



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **01093433 A**(43) Date of publication of application: **12.04.89**

(51) Int. Cl

**C03B 37/012**  
**G02B 6/00**

(21) Application number: **62248088**(22) Date of filing: **02.10.87**(71) Applicant: **SUMITOMO ELECTRIC IND LTD**

(72) Inventor: **TANAKA GOTARO**  
**URANO AKIRA**  
**SUGANUMA HIROSHI**  
**KANAMORI HIROO**

**(54) PRODUCTION OF PREFORM FOR OPTICAL FIBER**

**(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To obtain preform for optical fiber having small transmission loss, by inserting a rod for core comprising SiO<sub>2</sub> glass into a hallow part of a specific pipe for clad and heating the pipe using hydrogen-containing flame as a heating source.

**CONSTITUTION:** In production of perform for optical fiber by inserting a rod for core comprising SiO<sub>2</sub> glass into a pipe for clad having difference in specific refractive index  $\geq 0.5$  smaller than that of the SiO<sub>2</sub> glass and heating

to fuse and to integrate both the rod and the pipe, a fluorine-containing SiO<sub>2</sub> glass pipe having 250mm outer diameter is used as the pipe for the clad, hydrogen-containing flame is used as a heating source in heating and the core diameter A and the clad diameter B after fusing and integration are made to satisfy conditions of  $A \geq 2\text{mm}$ ,  $B/A \geq 6$  and  $1/2(B-A) \geq 7\text{mm}$ . H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> flame or hydrocarbon/O<sub>2</sub> flame such as natural gas/O<sub>2</sub> flame, methane/O<sub>2</sub> and propane/O<sub>2</sub> are preferable as the hydrogen-containing flame with respect to supply of easy flame with strong heating power.

**COPYRIGHT:** (C)1989,JPO&Japio

## ⑪ 公開特許公報 (A)

平1-93433

⑤Int.Cl.<sup>1</sup>  
C 03 B 37/012  
G 02 B 6/00識別記号  
356府内整理番号  
A-8821-4G  
A-7036-2H

⑪公開 平成1年(1989)4月12日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑩発明の名称 光ファイバ用母材の製造方法

⑪特願 昭62-248088

⑪出願 昭62(1987)10月2日

⑪発明者 田中豪太郎 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社  
横浜製作所内

⑪発明者 浦野章 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社  
横浜製作所内

⑪発明者 菅沼寛 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社  
横浜製作所内

⑪発明者 金森弘雄 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社  
横浜製作所内

⑪出願人 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市東区北浜5丁目15番地

⑪代理人 弁理士 内田明 外3名



## 明細書

## 〔産業上の利用分野〕

## 1. 発明の名称

光ファイバ用母材の製造方法

## 2. 特許請求の範囲

$SiO_2$  ガラスからなるコア用ロッドをその比屈折率差が  $SiO_2$  ガラスよりも 0.5 % 以上小さいクラッド用パイプの中空部内に挿入して加熱することにより両者を溶着一体化する工程を有する光ファイバ用母材の製造方法において、上記クラッド用パイプとして外径 5.0 mm 以下のフッ素含有  $SiO_2$  ガラスパイプを用い、上記加熱には水素を含む火炎を加熱源として用い、かつ溶着一体化した後のコア径 A およびクラッド径 B が

$$\left. \begin{aligned} A &\geq 2 \text{ mm} \\ B/A &\geq 6 \\ B(A-B) &\geq 7 \text{ mm} \end{aligned} \right\}$$

の上記条件を満足することを特徴とする光ファイバ用母材の製造方法。

## 3. 発明の詳細な説明

本発明は光ファイバ用母材の製造方法に関するもので、詳しくはシングルモードファイバ、特に 1.55 μm 波長帯で零分散となる分散シフト型シングルモードファイバ用母材の製造方法に関するものである。

## 〔従来の技術〕

従来の光ファイバ製造技術の一つに、第 2 図に示すようにコア用ガラスロッド 4 をクラッド用ガラスパイプ 5 の中空部に挿入した状態で、これを加熱により溶着一体化(コラップスと称する)して、コア/クラッドからなる構成体 7 を作製し、該構成体 7 を高温炉を用いて線引きし光ファイバとする方法があり、ロッドインチューブ法として知られている。

近年、分散シフト型等のシングルモードファイバの開発が進んでいるが、この種のファイバは、コアとクラッドの屈折率差が大きく、コア径が小さく、しかもクラッド径/コア径(比)が大きいという構造が要求される。

前記したロッドインチューブ法により、コア径が小さく、クラッド径/コア径比の大きなシングルモードファイバ母材を作製するには、コラップス等での操作を繰返す或は第3図に示すようにコア/クラッドからなる構成体7の外周に、更にバーナ9の火炎中に合成したガラス微粒子(スート)10を堆積してクラッド用ストップ体8を形成する方法(例えば特願昭61-72433号公報)等が知られている。

[発明が解決しようとする問題点]

しかしながら、上記した従来技術によつてシングルモードファイバ、特にファイバ断面の屈折率分布が第1図(a)又は(b)に示す構造で、コア1が純粋石英( $SiO_2$ )ガラスからなり、クラッド2がフッ素含有石英(F- $SiO_2$ )ガラスからなり、コアとクラッドの比屈折率差が0.5%以上となる分散シフト型シングルモードファイバを作製すると、伝送損失の小さなファイバが得られないという問題があつた。

本発明はシングルモードファイバ、特にコア

が $SiO_2$ ガラス、クラッドがF- $SiO_2$ ガラスからなり、1.55μmで零分散とな分散シフト型シングルモードファイバであつて、伝送損失の小さなファイバを、ロッドインチューブ法を利用した方法で製造することを目的としてなされたものである。

[問題点を解決するための手段及び作用]

本発明は $SiO_2$ ガラスからなるコア用ロッドをその比屈折率差が $SiO_2$ ガラスよりも0.5%以上小さいクラッド用パイプの中空部内に挿入して加熱することにより両者を溶着一体化する工程を有する光ファイバ用母材の製造方法において、上記クラッド用パイプとして外径5.0mm以下のフッ素含有 $SiO_2$ ガラスパイプを用い、上記加熱には水素を含む火炎を加熱源として用い、かつ溶着一体化した後のコア径Aおよびクラッド径Bが

$$\left\{ \begin{array}{l} A \geq 2 \text{ mm} \\ B/A \geq 6 \\ \frac{1}{2}(B-A) \geq 7 \text{ mm} \end{array} \right.$$

の多いシングルモードファイバではこれが特に顕著になる。

コラップス法で本発明の目的とする細径 $SiO_2$ コア、太径のF- $SiO_2$ クラッドからなる構成体の作製を試みると、加熱の際にクラッドガラスがより軟かくなるため、このクラッドガラスがコアガラスにより低温状態で溶着してしまい、コアガラス表面が充分な加熱による滑らかな状態(アレのない状態)となる以前に一体化してしまつ。そのためにコア-クラッド界面にはアレが残る度合が大きくなり、これがファイバの伝送損失の劣化を招く大きな要因となつていた。

また、F- $SiO_2$ ガラスにおいては、 $SiO_2$ ガラスに比して、金属イオン等の拡散速度が高温下で大きく、特にF濃度の高いガラスでは、コラップスまたは線引等の加熱工程において、外部から混入する、光ファイバの伝送特性に有害な金属やOH基等の不純物が、コア近辺に拡散する度合が高くなる。これによつても光ファイバの伝送損失が大きく劣化する。

の上記条件を満足することを特徴とする光ファイバ用母材の製造方法であり、これにより伝送特性に優れた1.55μm帯零分散シフトシングルモードファイバを効率の良いロッドインチューブ法を利用して製造することを実現するものである。

以下に本発明に到達した経緯から始めて、本発明を詳細に説明する。

コアが $SiO_2$ 、クラッドがF- $SiO_2$ ガラスからなり第1図(a)又は(b)に示す屈折率分布構造であつて、分散シフト型等のコア・クラッドの比屈折率差が0.5以上と大きく、かつコア径が5μm程度と小さなファイバを作製しようとすると、クラッドへのフッ素(F)添加量を大きくとる必要があり、また、クラッド径/コア径比を大きく形成する必要がある。

ところで $SiO_2$ にフッ素(F)を添加してF- $SiO_2$ とすると、その物性が $SiO_2$ とは異つてくるが特に粘性において大きく変化し、Fの添加によって $SiO_2$ の粘性は大巾に低下する。F添加量

そこで本発明者らは、上記の物性差による影響ができるだけ小さくなるような、加熱工程での加熱源、そのときのコアとクラッドのサイズ等を求めて、詳細に検討し実験を重ねた。

この結果、クラッドとなる  $F-SiO_2$  ガラスパイプとして、屈折率差が  $SiO_2$  ガラスに比べ比屈折率差で 0.5 % 以上小さな場合、パイプの外径が 5.0 mm より小さいパイプを用いて、加熱源として水素を含む火炎を用いてコラップスを行ない、さらにコラップス後のコア径を  $A$ 、クラッド径を  $B$  とするとき、下記の

$$A \geq 2 \text{ mm},$$

$$B/A \geq 6,$$

$$\frac{B}{A} (B-A) \geq 7 \text{ mm}$$

の条件を満せば、うまくコラップスでき、また不純物、特に残留水分の影響も、実用ファイバとしては無視できる程小さな  $SiO_2$  コアの分散シフトシングルモードファイバが得られることが判つた。

本発明に用いる  $F-SiO_2$  ガラスからなるクラ

ラップスする。

本発明に用いられる水素を含む火炎としては、例えば  $H_2 / O_2$  炎、天然ガス /  $O_2$  炎、メタン /  $O_2$  やプロパン /  $O_2$  等の炭化水素 /  $O_2$  炎等が手軽で強い火力が得られる点で好ましい。

コラップス後のコア径  $A$  とクラッド径  $B$  については、まず  $A \geq 2 \text{ mm}$  が好ましく、これはこの径よりも細くなると、コラップス過程にてコアが蛇行し易くなり、コア周辺に気泡を巻き込んだり、コアの偏心が大きなものとなつたりして良好なコラップス体が得られないからである。

また  $B/A \geq 6$  及び  $\frac{B}{A} (B-A) \geq 7 \text{ mm}$  という条件は、いずれも得られるファイバの伝送損失に大きな影響を与える残留水分量を所定の値に制限するという理由による。

コアとクラッドの比屈折率差が 0.5 % で、コア径が 5  $\mu\text{m}$ 、ファイバ外径が 1.25  $\mu\text{m}$  の第 1 図(a)の構造のファイバを、  $H_2 / O_2$  炎によるコラップスと、第 3 図に示すストート堆積法を組合せて合成した。このとき、コラップス後の  $B$  を

シド用のパイプは、例えば特願昭 53-137659 号明細書、同 53-195209 号明細書、同 60-103997 号明細書等に提案される方法により、径方向に比較的均一に  $F$  が添加された高純度な石英ガラス母材を作製することができるので、該母材中央に機械的に穿孔することにより所望のパイプを得ることができる。該クラッドパイプの外径は 5.0 mm 以下、肉厚は 2.0 mm 以下が好ましい。これらの値を越えるとコア部表面を充分に高温とすることが難かしくなるからである。

コアの  $SiO_2$  ガラスロッドは、原料ガス中に  $GeO_2$  等のドーベントを導入しない条件で  $SiO_2$  ストームを作製し、これを  $Cl_2$  等の塩素系ガスで充分に脱水処理した後、さらに加熱して透明化することにより所望のガラスロッドを作製できる。

以上のようなクラッド用  $F-SiO_2$  パイプの中空部にコア用  $SiO_2$  ロッドを挿入した状態で、水素を含む火炎で該パイプの外側から加熱しコ

2.4 mm と一定値にしてコア用ロッド外径  $A$  の値を主に変えて、クラッド径 / コア径すなわち  $B/A$  を変化させた場合の、光ファイバの 1.38  $\mu\text{m}$  における伝送ロスの変化を調べた。1.38  $\mu\text{m}$  での伝送ロスは残留 OH-量を推定できる。この結果は第 4 図のグラフに示すとおりであつて、本発明の範囲の  $B/A$  が 6 以上で伝送ロスが急激に低下していることが判る。

#### [実施例]

#### 実施例及び比較例

$VAD$  法により高純度な  $SiO_2$  ガラスロッドを合成し、これをヒータがカーボンである抵抗炉を用いて、所定の外径に延伸した。一方、比屈折率差で  $SiO_2$  ガラスに比べ 0.7 % 低い屈折率の  $F$  含有  $SiO_2$  ガラスロッドを  $VAD$  法により合成し、これらの中間に穿孔し、次に延伸して所定サイズのクラッド用パイプを作製した。表 1 にロッドとパイプの組合せを示す。A1 ~ A3 が本発明品(実施例)であり、A4 ~ A6 は比較品(比較例)である。

以上のガラスロッドをクラッド用ガラスパイプの中空部に挿入し、両者の界面に  $Cl_2$  300 cc/分及び  $SF_6$  500 cc/分を導入しながら、 $H_2$  /  $O_2$  炎バーナにより約1800°Cに加熱し、パイプの一端より該パイプを収縮させることにより、上記コアロッドとクラッドパイプとを溶着一体化させた(第2図参照)。得られた構成体を延伸し、この延伸体の外周部に第3図の構成のVAD法により、 $SiO_2$  スートを堆積させた。 $SiO_2$  スート層の厚さは、これをフッ素添加及び透明化して線引用プリフォームとした後、外径125μmのファイバに線引きしたとき、コア径が5μmとなるよう所定厚さとした。該スート体を表1の第1ステップの条件で脱水し、第2ステップの条件でフッ素添加し、第3ステップの条件で透明化してファイバ母材とし、線引きし、外径125μm、コア5μmのファイバを得た。

得られた各ファイバの波長1.38μmにおける損失( $\alpha_{1.38}$ )を測定した。これ等の結果を表

2に示す。

表2の結果からコア径 $\alpha$ およびクラッド径 $\beta$ が本発明の限定する範囲、条件を満足する場合に伝送損失特性が優れたシングルモードファイバとなつてていることが明らかに判る。

表 1

	第1ステップ	第2ステップ	第3ステップ
炉 温 度	1070°C	1250°C	1550°C
下降速度	10mm/分	5mm/分	10mm/分
ガス流	$SiF_4$ 0.8/分	0.38/分	0.38/分
条件	$Cl_2$ 0.458/分	0.8/分	0.8/分
件	He 1.08/分	1.08/分	1.08/分

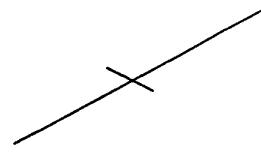


表 2

例	ロッド径 $\alpha$ (μm)	クラッド径 $\beta$ (μm)	$\lambda(\beta - \alpha)$ (μm)	$\alpha_{1.38}$ (dB/km)	備考	
					B/A	気泡発生
1	2.0	2.2	1.0	1	0.9	
2	2.5	3.0	1.75	7.0	1.5	
3	3.0	3.6	1.6	6.0	3.0	
4	4.0	5.3	1.74	7.2	1.2	—
5	5.0	6.0	1.74	5.3	9.7	—
6	6.0	7.5	1.74	7.8	1.2	7
7	7.0	8.5	1.74	5.0	6.0	

## 【発明の効果】

以上の説明及び実施例、比較例の結果から明らかのように、本発明は、従来のロッドインチューブ・コラップスを利用した方法では伝送損失の小さなファイバが得られなかつた、 $SiO_2$  コア/ $SiO_2$  クラッドで第1図(a)、(b)に示す屈折率分布のシングルモードファイバで伝送損失が小さいものの製造を可能とし、特にこの種の分散シフト型シングルモードファイバで伝送損失の小さなものを実現できる点で、非常に有利である。

## 4. 図面の簡単な説明

第1図(a)及び(b)は本発明に係わるシングルモードファイバの屈折率分布構造及びガラス組成を説明する図である。

第2図及び第3図は本発明の実施態様の説明図であつて、第2図はコラップス工程を、第3図はスート堆積工程を示す。

第4図はクラッド径/コア径比:  $\beta/\alpha$  と波長1.38μmにおける伝送ロス( $\alpha_{1.38}$ )の

関係を示す図表である。

代理人 内田 明  
 代理人 萩原 亮一  
 代理人 安西 篤夫  
 代理人 平石 利子

